

#4  
03-11-02



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of:

Yoshiyuki KURAMOTO

Application No.: 09/901,087

Filed: July 10, 2001

For: MEASURING SYSTEM FOR  
PERFORMANCE OF IMAGING  
OPTICAL SYSTEM

)  
:  
) Examiner: Unassigned  
:  
) Group Art Unit: 2862  
:  
)  
:  
)  
:  
) November 30, 2001  
:  
)

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

RECEIVED  
DEC - 3 2001  
TC 2800 MAIL ROOM

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority under the International Convention and all rights to which he is entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

JAPAN

2000-208680

July 10, 2000

A certified copy of the priority document is enclosed.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C. office by telephone at (202) 530-1010 All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Steven E. Warner", is written over a horizontal line.

Attorney for Applicant  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

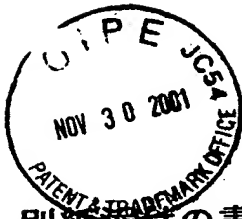
FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200

SEW/eab

DC\_MAIN 79691 v 1

CFE 3216 US (Y)

208680/2000



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

US Appln. No.

09/901,087

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-208680

出 願 人

Applicant(s):

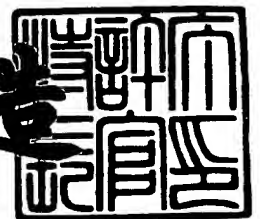
キヤノン株式会社

RECEIVED  
REC-3 2001  
TC 2800 MAIL ROOM

2001年 8月 3日

特 許 庁 長 官  
C mmissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3069378

【書類名】 特許願

【整理番号】 4032071

【提出日】 平成12年 7月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 結像光学系性能測定方法及び装置

【請求項の数】 23

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内

    【氏名】 蔵本 福之

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

    【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

    【識別番号】 100086818

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 高梨 幸雄

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 009623

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9703877

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 結像光学系性能測定方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定装置において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点に関して少なくとも一部または順次に透過波面を測定するための干渉計と、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を計測する手段と、測定した波面の前記位置座標により前記結像光学系の波面収差と結像面の少なくとも一方を算出する手段を有すると共に、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点における波面収差と結像面の少なくとも一方の経時変化を基準として、前記結像光学系の他の測定点の波面収差、結像面の少なくとも一方の補正を行うことを特徴とする結像光学系性能測定装置

【請求項 2】 結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定装置において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点に関して少なくとも一部は順次に透過波面を測定するための干渉計と、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を計測する手段と、測定した波面と前記位置座標により前記結像光学系のディストーションと像面湾曲の少なくとも一方を算出する手段を有するとともに、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点におけるディストーションと焦点面の少なくとも一方の経時変化量を基準として、前記結像光学系の他の測定点のディストーション、焦点面の少なくとも一方の補正を行う事を特徴とする結像光学系性能測定装置。

【請求項 3】 前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を他の測定点における透過波面と位置座標の測定より多い回数行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の結像性能測定装置。

【請求項 4】 前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を他の測定点における透過波面と位置座標の測定毎に同時に行うことを特徴とする請求項 3 記載の結像性能測定装置。

【請求項 5】 前記基準点に対するディストーションと焦点面の測定を複数回行った結果から、他の測定点におけるディストーションと焦点面の測定結果を

補間して補正することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項の結像性能測定装置。

【請求項 6】 前記基準点は、前記結像レンズの光軸上の物点及び像点であることを特徴とする請求項第 1 ～ 5 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置。

【請求項 7】 前記測定像点の位置座標は前記基準像点の位置座標に対する相対座標である事を特徴とする請求項第 1 ～ 6 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置。

【請求項 8】 前記ディストーション、像面湾曲の経時変化量の補正は、前記経時変化量を各測定値から減算する事によって行う事を特徴とする請求項第 1 ～ 7 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置。

【請求項 9】 前記基準点の透過波面を測定する測定光学系と、他の測定点の波面を測定する測定光学系が別個に設けられていることを特徴とする請求項第 1 ～ 8 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置。

【請求項 1 0】 前記他の測定点の測定光学系が物体面側、像側ともに移動可能で、かつ移動した位置座標をレーザ干渉計によってモニタされていることを特徴とする請求項 9 記載の結像性能性能測定装置。

【請求項 1 1】 前記測定点の透過波面を測定する測定光学系が測定点の位置に対応して測定点の数だけ設けられていることを特徴とする請求項第 9 項記載の結像光学系性能測定装置。

【請求項 1 2】 前記基準点の透過波面の測定と他の測定点の透過波面の測定を同一の光学系で行うことを特徴とする請求項第 1 ～ 8 のいずれか 1 項又は 1 0 の結像光学系性能測定装置。

【請求項 1 3】 前記基準点及び他の測定点の測定光学系が物体面側、像側ともに移動可能で、かつ移動した位置座標をレーザ干渉計によってモニタされていることを特徴とする請求項 1 2 記載の結像性能性能測定装置。

【請求項 1 4】 前記移動可能な測定光学系が前記複数の測定点へ入射する光束の主光線と前記結像光学系の主光線の方角を一致させる手段を有することを特徴とする請求項 1 0 又は 1 3 の結像性能性能測定装置。

【請求項 1 5】 結像光学系として投影光学系を有する投影露光装置におい

て、請求項第 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置が搭載され、前記投影露光装置本体上で前記結像光学系の性能測定を行うことが可能であることを特徴とする投影露光装置。

【請求項 1 6】 結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定方法において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点において少なくとも一部は順次に透過波面、及び前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を測定して前記結像光学系の波面収差と結像面の少なくとも一方を算出すると共に、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点における波面収差と結像面の少なくとも一方の経時変化を基準として、前記結像光学系の前記複数の測定点の測定結果の補正を行うことを特徴とする結像光学系性能測定方法。

【請求項 1 7】 結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定方法において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点において少なくとも一部は順次に透過波面、及び、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を測定して前記結像光学系のディストーションと像面湾曲の少なくとも一方を算出するとともに、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、

前記基準点におけるディストーションと焦点面の少なくとも一方の経時変化量を基準として、前記結像光学系の前記複数の測定点の測定結果の補正を行う事を特徴とする結像光学系性能測定方法。

【請求項 1 8】 前記測定した透過光の透過波面から傾き成分とデフォーカス成分を計算して、前記結像光学系のディストーションと像面湾曲を算出し、前記測定結果の補正は該算出データの補正を行う事を特徴とする請求項 1 6 又は 1 7 記載の結像光学系性能測定方法。

【請求項 1 9】 前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を各測定点における透過波面と位置座標の測定毎に同時に行うことを特徴とする請求項 1 8 記載の結像性能測定方法。

【請求項 2 0】 前記基準点に対するディストーションと焦点面の測定を複数回行った結果から、各測定点におけるディストーションと焦点面の測定結果を補間して補正することを特徴とする請求項 1 8 記載の結像性能測定方法。

【請求項 2 1】 前記基準点は、前記結像レンズの光軸上の物点及び像点であることを特徴とする請求項第 1 7 ～ 2 0 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定方法。

【請求項 2 2】 前記測定点の位置座標は前記基準像点の位置座標に対する相対座標である事を特徴とする請求項第 1 6 ～ 2 1 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定方法。

【請求項 2 3】 前記ディストーション、像面湾曲の経時変化量の補正は、前記経時変化量を各測定値から減算する事によって行う事を特徴とする特許請求項第 1 7 ～ 2 1 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、結像光学系性能測定方法及び装置、特に結像光学系のディストーション及び像面湾曲の高精度測定に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、投影露光装置に用いられる結像レンズの様な結像光学系における高精度なディストーション及び像面湾曲の測定には、次の 2 つの測定方法が用いられている。

【0 0 0 3】

従来用いられている測定方法 1 を示したのが図 6 である。同方法では先ず、基準サンプル 2 上で被検レンズの画角内に対応する位置に配置された複数個の同一形状のパターン 1 を、基準パターンとして被検レンズ 5 により感光体上に投影する。転写の行われた感光体 3 を現像処理し、前記複数個の基準パターンの像を感光体上に浮かび上がらせる。

【0 0 0 4】

転写して現像された感光体上の基準パターンの像は続いて絶対位置座標( $X_i, Y_i$ ) ( $i$  はパターン番号) の計測工程に入る。絶対位置座標の計測には顕微鏡による観察などが用いられる。得られた各パターンの計測位置座標( $X_i, Y_i$ ) と各パター



ンの理想結像位置座標( $X_{0i}, Y_{0i}$ )から次式の計算を行えば結像位置誤差( $D_{xi}, D_{yi}$ )、すなわちディストーションを求めることができる。

【0005】

$$D_{xi} = X_i - X_{0i}, \quad D_{yi} = Y_i - Y_{0i}$$

像面湾曲の測定では、上述の複数個の基準パターンを一回転写した後、図6における3軸ステージ4の移動により感光体3をXY方向（被検レンズの光軸と直交方向）に移動させる。XY方向の移動量は個々の基準パターン像のサイズより大きく、かつ隣り合う基準パターン像の間隔よりも小さくする。次にステージの(X, Y)座標を保った状態で、今度はZ軸方向（光軸方向）に移動させることにより感光体3を被検レンズの像面からデフォーカスさせて、複数個の基準パターンを感光体上に転写する。

上記一連のXYZのステージ移動及び転写処理を必要なデフォーカス量だけ繰り返し、最後のデフォーカス条件における焼き付けが終了したら、ディストーション計測時と同様に、感光体3を現像し、複数個の基準パターンの転写像を作成する。

従って、像面湾曲の測定では1枚の感光体上に各画角位置に対し異なるデフォーカス条件の基準パターンの像が転写されている。各画角位置ごとにデフォーカスされた転写像を比較して最もシャープな像を決定し、その時のデフォーカス位置を像面位置とする。基準パターン像の比較は、顕微鏡などによる観察で行われる。各画角位置で決定した像面位置を比較すれば、被検レンズ5の画角内における像面湾曲を得ることができる。

図7は従来用いられている測定法2で、転写像を利用する代りに干渉計を用いる方法である。

図7では所謂フィゾー型干渉計で、干渉計本体16、最終面が参照面として利用されるTSレンズ10 (Transmission Sphere Lens)、RSミラー9 (Reflectance Sphere Mirror)等により構成されている。

干渉計本体から射出した平行光束は、基盤上に配置された固定ミラーにより図7の紙面奥方向へ反射される。反射された光束は、TSレンズ駆動Yステージ14上に配置されたミラーにより反射され、さらにTSレンズ駆動Xステージ13上に配

置されたミラー 11 により反射されて TS レンズ駆動 Z ステージ 12 上に配置された TS レンズ 10 に入射する。TS レンズ 10 を透過した光は、TS レンズ 10 の後側焦点面に集光されるが、該集光点は被検レンズ 5 の像面とほぼ一致するように配置される。続いて被検レンズ 5 を通過した光束は物体面上に再度集光される。ここで、RS ミラー 9 は被検レンズ 5 の物体面上の光束集光点に曲率中心がほぼ一致するように配置されている。RS ミラー 9 に入射して反射された光束は、来た経路とほぼ同一の光路を辿って元へ戻り、被検波として干渉計本体 16 へ入射する。一方、TS レンズ 10 へと入射した光束の 1 部は TS レンズ 10 の参照面により反射されてほぼ同一の光路を戻り、参照波として干渉計本体 16 へ入射する。

入射する被検波と参照波により干渉計本体 16 では干渉縞が得られる。該干渉縞をフリンジスキャン法などの手法を用いて精密測定し、被検レンズ 5 の測定像点における透過波面の算出を行う。

測距装置 18-23 は透過波面計測時の TS レンズ 10 の後側焦点近傍の位置座標 (TSXi, TSYi, TSZi) 及び RS ミラー 9 の曲率中心近傍の位置座標 (RSXi, RSYi, RSZi) を計測する。測距には干渉測長器、エンコーダー等が用いられる。

#### 【0006】

ディストーションは測定波面のティルト成分、TS レンズ焦点、RS ミラー曲率中心の座標によって算出することができる。理想結像位置と実際の結像位置の x 方向及び y 方向の誤差量 (DXi, DYi)、即ちディストーションは次式で与えられる。

#### 【0007】

$$DXi = TSXi - \beta RSXi + \Delta TSXi$$

$$DYi = TSYi - \beta RSYi + \Delta TSYi$$

但し、TSXi, TSYi は i 番目の測定位置における TS レンズ後側焦点の XY 座標の測定値、RSXi, RSYi は i 番目の測定位置における RS ミラー曲率中心の XY 座標の測定値、 $\Delta TSXi, \Delta TSYi$  は測定波面の X, Y 方向のティルト成分から得られる TS レンズ 10 の位置座標の補正量で次式により与えられる。

#### 【0008】

$$\Delta TSXi = -TiltXi \lambda / NA / 2$$

$$\Delta TSY_i = -TiltY_i \lambda / NA/2$$

$TiltX_i$ ,  $TiltY_i$ は、測定波面から得られたX,Y方向のティルト成分、 $\lambda$ は波長、 $NA$ は被検レンズ5の像面側の開口数、 $\beta$ は理想倍率である。また、 $i$ は測定点の位置を表す番号である。

#### 【0009】

同様に座標(x,y)を持つ測定点*i*の像面位置 $DZ(x,y)$ は測定波面のデフォーカス成分及びTSレンズ焦点、RSミラー曲率中心のZ座標により次式で表される。

$$DZ(x,y) = TSZ(x,y) - TSZ(0,0) + \beta ((RSZ(x,z) - RSZ(0,0)) + DZ0(x,y) - DZ0(0,0))$$

但し、 $DZ0(0,0)$ は光軸上像点である原点(0,0)における透過被面から得られたデフォーカス成分、 $TSZ(x,y)$ ,  $RSZ(x,y)$ は、点(x,y)におけるTSレンズ焦点及びRSミラー曲率中心のZ座標の計測値、 $TSZ(0,0)$ ,  $RSZ(0,0)$ は原点(0,0)におけるTSレンズ焦点、RSミラー曲率中心のZ座標の計測値である。

以上で、第一の測定点における測定は終了し、次に測定点がある場合はさらに次の測定位置へTSレンズ10、RSミラー9を移動させて同様の測定を行い、これを全測定点に対して繰り返す。

図7は像側テレセントリックな構成を示したが、被検レンズ5は物体側、像側双方ともテレセントリックな結像レンズであっても構わない。テレセントリックではない結像レンズに対しても、TSレンズ主光線と被検レンズ主光線が一致するようにTSレンズを配置すれば測定が可能である。これは、例えばTSレンズを傾ける事によって可能である。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら従来の測定法1では、焼き付け過程、現像過程を経る必要があるため、ウェハー平坦度等のプロセス起因の要因により測定精度が悪化するという問題がある。現像後も顕微鏡による計測過程等の複数の過程を経る必要があり、しかも個々の過程における処理が複雑で、1回のディストーション測定値を得るために多大な労力と時間を要し、且つ過程を経るごとに測定値の誤差が積み重なるという欠点があった。また、像面湾曲の測定に関しても、複数のデフォーカス条件における焼き付けの結果から像面湾曲を求める必要があり、同様に多大な時

間と判定精度の悪化を伴うという欠点があった。

#### 【0011】

一方、干渉計を用いる測定法2では測定像点におけるディストーションや焦点面の測定を複数の点で繰り返しその結果からディストーション分布、像面湾曲を算出する。このため被検レンズ画角の全測定に時間を要し、TSレンズ、RSミラー搭載ステージが環境変化等により影響を受け、各測定像点におけるディストーション、焦点面の値にドリフトが発生する。また、被検レンズの高精度化に伴ない、環境補正に必要な精度での温度、気圧等の測定が困難であるという欠点があった。

#### 【0012】

本発明は、被検レンズ等の結像光学系のディストーション及び像面湾曲を容易かつ高精度に測定することを目的とする。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1の発明の結像光学系性能測定装置は結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定装置において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点に関して少なくとも一部または順次に透過波面を測定するための干渉計と、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を計測する手段と、測定した波面の前記位置座標により前記結像光学系の波面収差と結像面の少なくとも一方を算出する手段を有すると共に、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点における波面収差と結像面の少なくとも一方の経時変化を基準として、前記結像光学系の他の測定点の波面収差、結像面の少なくとも一方の補正を行うことを特徴としている。

#### 【0014】

請求項2の発明の結像光学系性能測定装置は結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定装置において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点に関して少なくとも一部は順次に透過波面を測定するための干渉計と、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を計測する手段と、測定した波面と前記位置座標により前記結像光学系のディストーションと像面湾曲

の少なくとも一方を算出する手段を有するとともに、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点におけるディストーションと焦点面の少なくとも一方の経時変化量を基準として、前記結像光学系の他の測定点のディストーション、焦点面の少なくとも一方の補正を行う事を特徴としている。

【0015】

請求項3の発明は請求項1又は2の発明において前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を他の測定点における透過波面と位置座標の測定より多い回数行う事を特徴としている。

【0016】

請求項4の発明は請求項3の発明において前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を他の測定点における透過波面と位置座標の測定毎に同時に行う事を特徴としている。

【0017】

請求項5の発明は請求項1から4のいずれか1項の発明において前記基準点に対するディストーションと焦点面の測定を複数回行った結果から、他の測定点におけるディストーションと焦点面の測定結果を補間して補正することを特徴としている。

【0018】

請求項6の発明は請求項第1～5のいずれか1項の発明において前記基準点は、前記結像レンズの光軸上の物点及び像点であることを特徴としている。

【0019】

請求項7の発明は請求項第1～6のいずれか1項の発明において前記測定像点の位置座標は前記基準像点の位置座標に対する相対座標である事を特徴としている。

【0020】

請求項8の発明は請求項第1～7のいずれか1項の発明において前記ディストーション、像面湾曲の経時変化量の補正は、前記経時変化量を各測定値から減算する事によって行う事を特徴としている。

【0021】

請求項 9 の発明は請求項第 1 ～ 8 のいずれか 1 項の発明において前記基準点の透過波面を測定する測定光学系と、他の測定点の波面を測定する測定光学系が別個に設けられていることを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

請求項 1 0 の発明は請求項 9 の発明において前記他の測定点の測定光学系が物体面側、像側ともに移動可能で、かつ移動した位置座標をレーザ干渉計によってモニタされていることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 1 の発明は請求項第 9 の発明において前記測定点の透過波面を測定する測定光学系が測定点の位置に対応して測定点の数だけ設けられていることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 2 の発明は請求項第 1 ～ 8 のいずれか 1 項又は 1 0 の発明において前記基準点の透過波面の測定と他の測定点の透過波面の測定を同一の光学系で行うことを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 3 の発明は請求項 1 2 の発明において前記基準点及び他の測定点の測定光学系が物体面側、像側ともに移動可能で、かつ移動した位置座標をレーザ干渉計によってモニタされていることを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 4 の発明は請求項 1 0 又は 1 3 の発明において前記移動可能な測定光学系が前記複数の測定点へ入射する光束の主光線と前記結像光学系の主光線の方角を一致させる手段を有することを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 5 の発明の投影装置は結像光学系として投影光学系を有する投影露光装置において、請求項第 1 ～ 1 4 のいずれか 1 項の結像光学系性能測定装置が搭載され、前記投影露光装置本体上で前記結像光学系の性能測定を行うことが可能であることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 6 の発明の結像光学系性能測定方法は結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定方法において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点において少なくとも一部は順次に透過波面、及び前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を測定して前記結像光学系の波面収差と結像面の少なくとも一方を算出すると共に、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点における波面収差と結像面の少なくとも一方の経時変化を基準として、前記結像光学系の前記複数の測定点の測定結果の補正を行うことを特徴としている。

## 【 0 0 2 9 】

請求項 1 7 の発明の結像光学系性能測定方法は結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定方法において、前記結像光学系の光軸に垂直な面内の複数の測定点において少なくとも一部は順次に透過波面、及び、前記複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を測定して前記結像光学系のディストーションと像面湾曲の少なくとも一方を算出するとともに、前記光軸に垂直な面内に基準点を定め、前記基準点におけるディストーションと焦点面の少なくとも一方の経時変化量を基準として、前記結像光学系の前記複数の測定点の測定結果の補正を行う事の特徴している。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 1 8 の発明は請求項 1 6 又は 1 7 の発明において前記測定した透過光の透過波面から傾き成分とデフォーカス成分を計算して、前記結像光学系のディストーションと像面湾曲を算出し、前記測定結果の補正は該算出データの補正を行う事の特徴している。

## 【 0 0 3 1 】

請求項 1 9 の発明は請求項 1 8 の発明において前記基準点に対する透過波面と位置座標の測定を各測定点における透過波面と位置座標の測定毎に同時に行うことを特徴としている。

## 【 0 0 3 2 】

請求項 2 0 の発明は請求項 1 8 の発明において前記基準点に対するディストーションと焦点面の測定を複数回行った結果から、各測定点におけるディストーション

ョンと焦点面の測定結果を補間して補正することを特徴としている。

【 0 0 3 3 】

請求項 2 1 の発明は請求項第 1 7 ～ 2 0 のいずれか 1 項の発明において前記基準点は、前記結像レンズの光軸上の物点及び像点であることを特徴としている。

【 0 0 3 4 】

請求項 2 2 の発明は請求項第 1 6 ～ 2 1 のいずれか 1 項の発明において前記測定点の位置座標は前記基準像点の位置座標に対する相対座標である事を特徴としている。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 3 の発明は請求項第 1 7 ～ 2 1 のいずれか 1 項の発明において前記デイスティーション、像面湾曲の経時変化量の補正は、前記経時変化量を各測定値から減算する事によって行う事を特徴としている。

【 0 0 3 6 】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の実施形態 1 を示す図である。

【 0 0 3 7 】

図1において、干渉計はドリフト補正の参照値を与える基準像点である光軸上像点用と、その他の測定点用の 2 組の RS ミラー 9, 2 5、TS レンズ 1 0, 2 4 と干渉計本体部 1 6 により構成されている。図 1 の構成は所謂ファイゾー型干渉計で TS レンズ (Transmission Sphere Lens) の最終面は参照面として利用される。なお、基準像点は予め定めてさえおけば任意の位置に設定できるが、全測定点に対するバランス上から、通常は光軸上の像点を選ぶと好適である。

【 0 0 3 8 】

以後、光軸上像点用の TS レンズ 2 4 と RS ミラー 2 5 をドリフト値参照用 TS レンズ 2 4、ドリフト値参照用 RS ミラー 2 5 と呼び、その他の測定点用の TS レンズ 1 0、RS ミラー 9 を単に TS レンズ 1 0、RS ミラー 9 と称することにする。  
干渉計本体 16 から射出した平行光束は、基盤 1 5 上に配置された固定ミラーにより図 5 の紙面奥方向へ反射される。反射された光束は TS レンズ駆動 Y ステージ 1 4 上に配置されたミラーと TS レンズ駆動 X ステージ 1 3 上に配置されたミラーに



より反射され、TSレンズ駆動Zステージ12上に配置されたTSレンズ10に入射する。TSレンズ10を透過した光束は、TSレンズ10の後側焦点面で被検レンズ5の物体面とほぼ一致する位置に集光される。集光された光束は被検レンズ5を通過後、再度、被検レンズ5の像面上に集光される。像面側では、被検レンズ5の像面上の光束集光点にRSミラー9 (Reflectance Sphere Mirror)がその曲率中心をほぼ一致させるように配置されている。従って、RSミラー9により反射された光束はもと来た光路とほぼ同一の光路を通り、被検波として干渉計本体16へと入射する。

一方、TSレンズ10へと入射した光束の1部はTSレンズ10の参照面により反射されてほぼ同一の光路を戻り、参照波として干渉計本体16へ入射する。

ドリフト値参照用干渉計の構成も同様で、基盤15上に固定されたドリフト値参照用TSレンズ24を透過した光束が、ドリフト値参照用TSレンズ24の後側焦点面に集光される。集光点の位置は被検レンズ5の物体面とほぼ一致するように配置される。集光された光束は被検レンズ5を通過後、像面側で再度集光される。像面側では、被検レンズの像面上の光束集光点にドリフト値参照用RSミラー25がその曲率中心をほぼ一致するように配置されている。RSミラーにより反射された光束は来た時とほぼ同一の光路を戻り、ドリフト値参照用被検波として干渉計本体16に入射する。

一方、基盤15上に固定されたドリフト値参照用TSレンズ24へと入射した光束の一部はドリフト値参照用TSレンズ24の参照面により反射されて、来た時とほぼ同一の光路を戻りドリフト値参照用参照波として干渉計本体へと入射する。

なお、本実施形態ではドリフト値参照用RSミラー25とその他の測定点用RSミラー9の曲率半径、及びドリフト値参照用TSレンズ25の最終面と後側焦点間の距離とその他の測定点用TSレンズ10の最終面と後側焦点間の距離が異なる構成を図示したが、等しくすることも可能である。また、ドリフト値参照用TSレンズ24、RSミラー25は固定ではなく、可動ステージ上に設置しても構わない。

また本実施形態では、基準像点に関し、ドリフト値参照用光学系でのみ測定を行うものとする。

【0039】

TSレンズ駆動ステージ12, 68, 69及びRSミラー駆動ステージ8, 70, 71はドリフト値参照用光学系を透過する光束への干渉がないように構成されなくてはならない。本実施形態では、第2図に示すようにTSレンズをドリフト値参照光学系の光軸を中心とする $r\theta Z$ ステージとし、 $\theta$ ステージ69中心部と、開口を設けることにより、前記干渉を防ぐための機械設計が容易としている。

## 【0040】

RSミラー9、ドリフト値参照用RSミラー25はピエゾ素子等により光軸方向にスキャンされる。各スキャン位置においてはドリフト値参照用参照波とドリフト値参照用被検波による干渉縞（以後干渉縞1と称す）、及び参照波、被検波による干渉縞（以後干渉縞2と称す）が干渉計本体内部のカメラにより強度データとして測定される。測定された結果はホストコンピュータに転送され、干渉縞1、2の位相データとして透過波面（以後それぞれを透過波面1、透過波面2と称す）が演算により求められる。干渉縞の測定では所謂フリンジスキャン法が用いられ、高精度な位相測定を可能としている。干渉計本体16における干渉縞強度の検出カメラは前記干渉縞1、2に対して独立に2チャンネルを設けても、両干渉縞を1個のカメラで検出する1チャンネル構成でもよい。

## 【0041】

測距装置18-23及び26-31は、透過波面計測時のTSレンズ10の後側焦点近傍の位置座標( $TSX_i, TSY_i, TSZ_i$ )、RSミラー9の曲率中心近傍の位置座標( $RSX_i, RSY_i, RSZ_i$ )、ドリフト値参照用TSレンズ24の後側焦点近傍の位置座標( $TSX_{0i}, TSY_{0i}, TSZ_{0i}$ )、ドリフト値参照用RSミラー25の曲率中心近傍の位置座標( $RSX_{0i}, RSY_{0i}, RSZ_{0i}$ )を計測する。

## 【0042】

位置座標の計測では両点に近い位置にミラーを配置して、干渉測長器等により該ミラー位置を計測する。両点から離れた位置に配置されたミラーで測長を行う場合にはTSレンズ、RSミラーの姿勢（ピッチング、ヨーイング、ローリング）を測定して測長点と理想測長点の距離の補正を行うことが可能である。

## 【0043】

本実施形態では測距装置18-23として干渉測長器を用い、ドリフト値参照

光学系とその他の測定点用の光学系を各々独立に測長する配置を取っている。該配置の測長値の差分により測定点用の光学系は常にドリフト値参照用光学系との相対値として表わすことができ、測定点用光学系の可動ステージのドリフトの影響を低減する事が可能になる。従って、基準像点を測定するドリフト値参照様光学系による測定は頻繁に、即ち他の測定点より多数回測定が行われることになる。

## 【0044】

次に本発明によるディストーション及び像面湾曲の測定の詳細について説明する。

ドリフト値参照用のTSレンズ24、RSミラー25は基準点である光軸上像点及び光軸上物点に固定されている。この状態で第 $i$ 番目の測定点にRSミラー9及びTSレンズ10を移動する。移動はTSレンズの後側焦点とRSミラーの曲率中心がほぼ共役関係を満たす座標を目標として行われる。目標とする座標は原点に配置されたドリフト値参照用RSミラー25、TSレンズ24に対する相対座標として設定する。

## 【0045】

続いてこの第 $i$ 番目の測定点において透過波面の測定を行うと同時に、TSレンズ後側焦点、RSミラー曲率中心、ドリフト値参照用TSレンズ後側焦点、ドリフト値参照用RSミラー曲率中心の位置座標を計測する。ドリフト値参照用の基準点から得られる透過波面を透過波面1、第 $i$ 番目の測定点から得られる透過波面を透過波面2とする。

## 【0046】

次に、測定した透過波面のティルト成分、デフォーカス成分を計算する。両成分は、透過波面データをZernike多項式で最小自乗法等によりフィッティングして求めることができる。計算は透過波面1、2の両方について行われる。

## 【0047】

測定された透過波面1、2のティルト成分とTSレンズ10の座標測定値( $TSX_i$ ,  $TSY_i$ )、RSミラー9の座標測定値( $RSX_i$ ,  $RSY_i$ )、ドリフト値参照用TSレンズ24の座標測定値( $TSX_{0i}$ ,  $TSY_{0i}$ )、ドリフト値参照用RSミラー25の座標測定値( $RSX_{0i}$ ,

RSY0i)から、次式により理想結像位置と実際の結像位置とのx方向とy方向の誤差量(DXi,DYi)、即ちディストーションが計算される。

$$DXi = (TSXi - (TSX0i - TSX01)) - \beta (RSXi - (RSX0i - RSX01)) + \Delta TSXi$$

$$DYi = (TSYi - (TSY0i - TSY01)) - \beta (RSYi - (RSY0i - RSY01)) + \Delta TSYi$$

ここでTSX01,TSY01及びRSX01,RSY01は第1番目の測定時のドリフト値参照用TSレンズ、RSミラーの測定座標、 $\Delta TSXi$ , $\Delta TSYi$ は測定波面のX,Y方向のティルト成分から得られるTSレンズの位置座標の補正量で次式により与えられる。

$$\Delta TSXi = -(TiltXi - (TiltX0i - TiltX01)) \lambda / NA / 2$$

$$\Delta TSYi = -(TiltYi - (TiltY0i - TiltY01)) \lambda / NA / 2$$

ここで、TiltX0i,TiltY0i,TiltXi,TiltYiは第i番目の測定波面1,2から得られた基準像点及び測定像点におけるX,Y方向のティルト成分、TiltX01,TiltY01は第1番目の測定における基準像点(ドリフト値参照用TSレンズ24、RSミラー25位置)におけるX,Y方向のティルト成分で、 $\lambda$ は波長、NAは被検レンズ5の像面側の開口数、 $\beta$ は理想倍率、iは測定点の位置を表す番号である。

#### 【0048】

第i番目の測定点の像面位置DZ(Xi,Yi)は透過波面1,2のデフォーカス成分及びTSレンズ焦点、RSミラー曲率中心のZ座標により次式で表される。

$$DZ(Xi,Yi) = TSZ(Xi,Yi) - TSZ(X0i,Y0i) + \beta (RSZ(Xi,Yi) - RSZ(X0i,Y0i)) + DZ0(Xi,Yi) - DZ0(X0i,Y0i)$$

ここでDZ0(X0i,Y0i),DZ0(Xi,Yi)は、透過波面1,2から得られたデフォーカス成分、TSZ(Xi,Yi),RSZ(Xi,Yi)は、点(Xi,Yi)におけるTSレンズ焦点、RSミラー曲率中心、TSZ(X0i,Y0i),RSZ(X0i,Y0i)はドリフト値参照用TSレンズ後側焦点、ドリフト値参照用RSミラー曲率中心の位置座標の計測値である。測定波面からのデフォーカス成分は、測定波面にデフォーカス成分に相当する球面成分を付与した状態で物理光学的にコントラスト値を演算して計算し、最もコントラストの良いデフォーカス位置を点(Xi,Yi)における像点とする等の方法で求めることができる。

#### 【0049】

第i番目の測定点に対する測定は以上で完了する。次に測定点がある場合は次

の測定位置へTSレンズ10、RSミラー9を移動し、再度、透過波面測定からの過程を実行する。

# 【0050】

最後の測定位置における測定が終了すると、各測定点における理想結像点と実際の結像位置との誤差量(DXi,DYi)、及び焦点面DZ(Xi,Yi)を総合して、被検レンズの画角内におけるディストーション分布及び像面湾曲を透過波面まで考慮した状態で得ることができる。

# 【0051】

本実施形態では、干渉測長計を配置して可動ステージのドリフトを抑え、その他の要因によるドリフトの効果は軸上波面を常時モニターして補正し、高精度なディストーション、像面湾曲の測定を可能とした。

# 【0052】

本発明の実施形態2は実施形態1のディストーション、像面湾曲の経時変化を補正するもので、構成は従来の測定法2と同一である。

# 【0053】

被検レンズ画角内の像面湾曲及びディストーション分布を決定するには画角内の複数の像点でディストーション、焦点面を測定する必要がある。本実施形態では該複数像点の測定中に基準像点となる軸上像点の測定を多数回行い、基準像点におけるディストーション、焦点面の変化量から、その他の測定点における経時変化成分を算出して補正を行うことを特徴としている。

第i番目の測定点(Xi,Yi)に対し、その直前の基準点の測定を第i-a番目、直後の基準像点の測定をi+b番目の測定点の時に行ったとすると、第i番目の経時変化量補正後のディストーションは次式で得られる。

$$DX_{dc}(X_i, Y_i) = DX(X_i, Y_i) - (DX_0(i+b) - DX_0(i-a))a/(a+b) - (DX_0(i-b) - X_0(1))$$

$$DY_{dc}(X_i, Y_i) = DY(X_i, Y_i) - (DY_0(i+b) - DY_0(i-a))a/(a+b) - (DY_0(i-b) - (1))$$

上記補正式は各測定像点における経時変化量を基準像点の経時変化量の直線補間として求めたものである。ここでDXdc(Xi,Yi)、DYdc(Xi,Yi)は経時変化補正後の第i番目の測定点におけるディストーション、DX(Xi,Yi)、DY(Xi,Yi)は第i番目の測定点のディストーション測定値、DX0、DY0は基準像点におけるディストー

ションで、引数が基準像点における測定が第何番目の測定点と対応しているかを示す。また、引数 1 は第 1 番目の測定が基準像点である事を示す。

焦点面の検出に対しても同様の補正が可能である。即ち

$$DZ(X_i, Y_i) = TSZ(X_i, Y_i) - (TSZ_0(i+b) - (TSZ_0(i-a))a/(a+b) - TSZ_0(i-a) + \beta \\ (RSZ(X_i, Y_i) - (RSZ_0(i+b) - (RSZ_0(i-a))a/(a+b) - RSZ_0(i-a) ) + DZ_0(X_i, Y_i) \\ ) - (DZ_0(i+b)) - DZ_0(i-a))a/(a+b) - DZ_0(i-a)$$

ここで  $DZ(X_i, Y_i)$  は経時変化補正後の第  $i$  番目の測定点におけるデフォーカス成分、 $TSZ(X_i, Y_i)$ 、 $RSZ(X_i, Y_i)$  は第  $i$  番目の測定点における TS レンズ焦点、RS ミラー曲率中心位置座標の計測値、 $TSZ_0$ 、 $RSZ_0$  は基準像点における TS レンズ焦点、RS ミラー曲率中心位置座標の計測値で、引数が基準像点における測定が第何番目の測定点と対応しているかを示す。 $DZ_0(X_i, Y_i)$  は透過波面から得られたデフォーカス成分である。また、引数 1 は第 1 番目の測定が基準像点である事を示し、 $\beta$  は被検レンズの理想結像倍率を表わす。

#### 【 0 0 5 4 】

本実施形態では、各測定像点の経時変化量の補間方法として前後 2 点の基準像点における経時変化量からの直線補間を用いたが、補間に用いる基準像点数は 2 点でなくても構わないし、曲線補間を用いることもできる。

#### 【 0 0 5 5 】

以上の補正を全測定点に対して実行すれば、1 組の TS レンズ、RS ミラーでもディストーション、像面湾曲の経時変化を補正して低減できるため、高精度な測定を行うレンズ性能測定装置を実現することが可能である。

#### 【 0 0 5 6 】

図 3 は本発明の実施形態 3 の構成を示した図である。本実施形態では実施形態 1 において、2 組であった TS レンズ、RS ミラーを複数組配置し、基準像点に加え複数の測定点を同時に測定することの特徴としている。TS レンズ、RS ミラーの数が増加したことに伴い、本構成では各 TS レンズ、RS ミラーの独立駆動は行わない。

#### 【 0 0 5 7 】

RS ミラー群 3 3 の各球面ミラーの曲率中心は、対応する TS レンズ群 3 2 の各レ

レンズの後側焦点と共役関係を満たすように配置される。つまり、第*i*番目のTSレンズの後側焦点位置座標を光軸上を原点として((TSXi,TSYi)で表す時、第*i*番目のRSミラーの曲率中心位置(RSX<sub>i</sub>,RSY<sub>i</sub>)は次式で表される。

【0058】

$$RSX_i = -TSX_i / \beta$$

$$RSY_i = -TSY_i / \beta$$

ここで $\beta$ は被検レンズ5の理想結像倍率である。

【0059】

本実施形態では製造後の各TSレンズの後側焦点位置、RSミラーの曲率中心位置を予め測定しておく。各TSレンズ後側焦点位置の測定は、例えば可動ステージ上に設置されたRSミラーを用い、被検レンズを介さずに、直接各TSレンズに対しフィゾー型干渉計を構成し、RSミラーの位置座標及び測定波面のティルト成分から測定することができる。RSミラー群に関しても同様に可動ステージ上にTSレンズを設置して曲率中心位置が測定可能である。

【0060】

測定時、及び測定完了後の各測定点のディストーション、焦点面の算出法は実施形態1と全く同様であるが、本実施形態では複数の測定点を同時に測定できるため、ステージのドリフト、環境の変化等の影響が低下し、測定時間を飛躍的に短縮することができる。

【0061】

図4は本発明の実施形態4の構成を示したもので、実施形態2のRSミラー群を、平面ミラー34へ変更したものである。

【0062】

平面ミラー34は被検レンズ5の像面上に配置される。測定のため、被検レンズ5は片側テレセントリック又は両側テレセントリックである必要がある。片側テレセントリックの場合にはTSレンズの主光線と被検レンズの主光線を一致させる必要があるため、例えばTSレンズを傾けて対処する。

【0063】

RSミラーを平面ミラーへ変更すると構成は簡単になるが、被検レンズの透過波

面のうちの回転対称成分のみしか算出可能できない。従って、本実施形態ではディストーションの測定は行うことはできない。しかしながらRSミラー群の製作に伴う困難さ無しで、複数測定点に付し同時に焦点面測定を行えることが、本実施形態の利点である。なお、焦点面の算出法は従来の測定法2と同様である。

図5は本発明の実施形態5を示すものである。本実施形態は被検レンズとなる投影光学系を有する投影露光装置に本レンズ性能測定装置を配置したもので、投影露光装置本体上において投影光学系のディストーション、像面湾曲の高精度な測定を可能としたものである。

#### 【0064】

図5において、エキシマレーザー等の露光光源43から射出した光束はビーム整形光学系44により光軸に対して対称なビーム形状に変換され、光路切替ミラー45に導光される。光路切替ミラー45は通常露光時には光路外に退避し、照明光学系47に光を導く。即ち、ビーム整形光学系44を射出した光束はインコヒーレント化ユニット46に入射し、可干渉性を低下させた後、照明光学系47を透過しレチクル面56を照明する。レチクルを照明した光は被検レンズである投影光学系5を介し、レチクル面56上のパターンをウェハー面57に投影する。

#### 【0065】

この時ウェハーチャック58は投影光学系5の画角内に配置されている。

#### 【0066】

光路切替ミラー45によって導かれる干渉計の構成について次に説明する。

#### 【0067】

レンズ性能を測定する時、ビーム整形光学系44を射出した光束は光路中に挿入された光路切替ミラー45により反射され、引き回し光学系48を透過して集光レンズ49に入射する。集光レンズ49の焦点近傍にはピンホール50が配置され、ピンホール50を通過した光束はコリメータレンズ51で再び平行光に変換される。ピンホール50の径は集光レンズ49の開口数から決定する回折限界程度に設定し、光束の横モードを整える。コリメータレンズ51から射出した平行光はハーフミラー52により2つに分岐される。本実施形態では、ハーフミラーにより反射された光束をドリフト値参照用光学系、透過した光束をその他の測



定点用の光学系に導いている。

【0068】

ウェハーチャック 58 は測定時、投影光学系の画角外へ移動し、代わりに RSミラー 9 及びドリフト値参照用 RSミラー 25 が画角内に挿入される。

ドリフト値参照用光学系ではハーフミラー 52 により反射した光束がコリメータレンズ 54 へ導光される。コリメータレンズ 54 の後側焦点はレチクル面 56 とほぼ一致するように配置される。従って、コリメータレンズ 54 により集光された光束は、投影光学系 5 によりウェハー面 57 近傍に再び集光する。ウェハーステージ 59 上に固定されたドリフト値参照用 RSミラー 25 の曲率中心の位置はコリメータレンズ 54 の焦点位置の投影光学系 5 に関する共役点とほぼ一致するように配置される。ドリフト値参照用 RSミラー 25 で反射された光束は来たときとほぼ同一の光路を戻り再びハーフミラー 52 へ入射する。

【0069】

ハーフミラー 52 に入射するドリフト値参照用光学系（コリメータレンズ 54、ドリフト値参照用 RSミラー 25 等）を通過した光束は、ハーフミラー 52 を透過し干渉計本体 66 中のハーフミラー 60 へ入射する。

【0070】

一方、測定点用光学系では、ハーフミラー 52 を透過した光束がハーフミラー 53 で反射され、コリメータレンズ 55 へ導光される。コリメータレンズ 55 は XYZ可動ステージ上に設置され、集光点が投影光学系 5 の画角内にあり、レチクル面 56 近傍の任意の物点への移動を可能としている。コリメータレンズ 55 への導光方法は実施形態 1 と同一の方法が採用可能である。コリメータレンズ 55 の後側焦点は投影光学系 5 のレチクル面 56 とほぼ一致しており、RSミラー 9 の曲率中心はコリメータレンズ 55 の焦点位置の投影光学系 5 に関する共役点にほぼ一致するように配置される。従って、コリメータレンズ 55 により集光された光束は投影光学系 5 により再びウェハー面 57 上に集光され、ウェハーステージ 59 上に固定された XYZ可動ステージ 66 上に設置された RSミラー 9 により反射され、来たときとほぼ同一な光路を戻ってハーフミラー 53 へ入射する。

【0071】

次に、干渉計本体 66 内の構成について説明する。

#### 【0072】

ハーフミラー 60 へ入射した光束は 2 本の光束へと分岐される。ハーフミラー 60 で反射された光束（以後光束 A と称す）は平面ミラー 61 で反射されビームエキスパンダー 67 によりビーム径を拡大された後、ハーフミラー 64 を透過する。ハーフミラー 60 を透過した光束（以後光束 B と称す）はピエゾ素子等による可動ステージ 63 上に設置された平面ミラー 62 により反射されハーフミラー 64 へと入射する。光束 B はハーフミラー 64 で反射されて、光束 A とほぼ同一な光路を占める。なお、ハーフミラー 60 で分岐し、再びハーフミラー 64 ではほぼ同一な光路となるまでの光束 A、光束 B の光路長差は露光光源 43 の可干渉距離の範囲内で一致させておく。CCD カメラ 65 上で観測されるのは光束 A と、光束 A に対し横ずれした光束 B による干渉縞である。

#### 【0073】

観察された干渉縞は、投影光学系 5 とその他の途中光学系の和を持つ波面収差の光束 A と光束 B の光軸を中心とした動径方向に対する微分値である。これを積分した後、途中光学系による波面収差及び形状誤差を減算すれば投影光学系 5 の波面収差を求めることができる。波面の算出方には可動ステージ 63 を波長程度可動させるフリンジスキャン法を用いることもできる。途中光学系による波面収差及び形状誤差については予め別の干渉計で測定しておくか、あるいはシステムエラー測定法を適用することができる。システムエラー測定法はコリメーターレンズ 54 の下に RS ミラー 25 を配置し、0 度、180 度及び頂点反射の 3 つの状態では波面収差を測定した結果を演算して、途中光学系による波面収差を求める方法である。

#### 【0074】

その他測定点用光学系（コリメーターレンズ 55、RS ミラー 9 等）を通過した波面についても、同様な干渉計で波面測定が可能である。

#### 【0075】

ドリフト値を参照する基準像点、及びその他測定点における波面測定と同時に、上記コリメーターレンズ 34、55 の後側焦点、RS ミラー 9、25 の曲率中心

の位置座標が実施形態 1 と同様な方法で測定される。

【0 0 7 6】

上記波面データ、位置座標からのディストーション、像面湾曲の測定方法は実施形態 1 と同様である。

【0 0 7 7】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の結像光学系性能測定方法及び装置は、測定時に問題となるドリフト等の経時変化の影響を補正することを可能とした。本発明は従来のレンズ評価における露光・現像処理の様な手間がかかって複雑な複数回の処理を必要とせず、且つ従来の干渉計法で問題であったような可動ステージのドリフトや環境変化等の影響を受けずに、自動的に容易且つ高精度に、被検レンズの性能を測定することを可能とした。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施形態 1 の構成図、
- 【図 2】 本発明の実施形態 2 の干渉測長計の構成図、
- 【図 3】 本発明の実施形態 3 の構成図、
- 【図 4】 本発明の実施形態 4 の構成図、
- 【図 5】 本発明の実施形態 5 の構成図、
- 【図 6】 従来の測定法 1 を示す図、
- 【図 7】 従来の測定法 2 を示す図

【符号の説明】

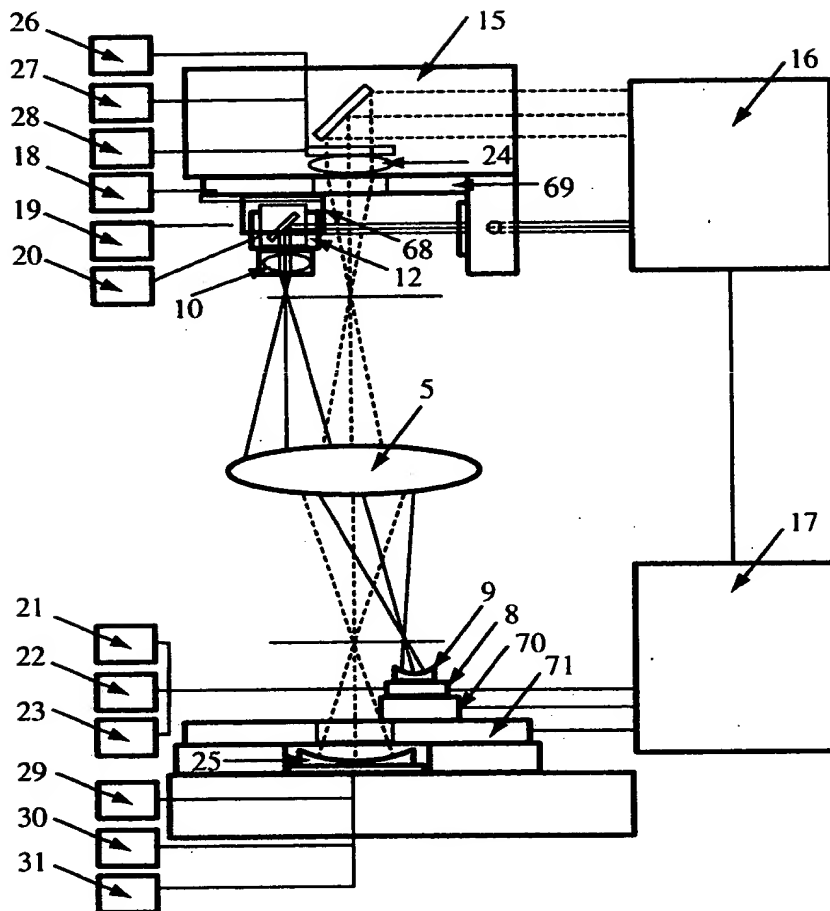
- 1 基準パターン
- 2 基準サンプル
- 3 感光体
- 4 固定ステージ
- 5 被検レンズ
- 6 RSミラー駆動 Y ステージ
- 7 RSミラー駆動 X ステージ
- 8 RSミラー駆動 z ステージ

- 9 RSミラー
  - 1 0 TSレンズ
    - 1 1 ミラー
    - 1 2 TSレンズ駆動Zステージ
    - 1 3 TSレンズ駆動Xステージ
    - 1 4 TSレンズ駆動Yステージ
  - 1 5 基盤
  - 1 6 干渉計本体
  - 1 7 ホストコンピュータ
  - 1 8 RS駆動Yステージ位置計測用測長器
  - 1 9 RS 駆動Xステージ位置計測用測長器
  - 2 0 RS駆動Zステージ位置計測用測長器
  - 2 1 TS駆動Zステージ位置計測用測長器
  - 2 2 TS駆動Xステージ位置計測用測長器
  - 2 3 TS駆動Yステージ位置計測用測長器
  - 2 4 ドリフト値参照用TSレンズ
  - 2 5 ドリフト値参照用RSミラー
  - 2 6 ドリフト値参照用TSZ位置計測用測長器
  - 2 7 ドリフト値参照用TSY位置計測用測長器
  - 2 8 ドリフト値参照用TSX位置計測用測長器
  - 2 9 ドリフト値参照用RSZ位置計測用測長器
  - 3 0 ドリフト値参照用RSX位置計測用測長器
  - 3 1 ドリフト値参照用RSY位置計測用測長器
  - 3 2 TSレンズ群
  - 3 3 RSミラー群
  - 3 4 平面ミラー
  - 4 3 露光光源
  - 4 4 ビーム整形光学系
  - 4 5 光路切替ミラー

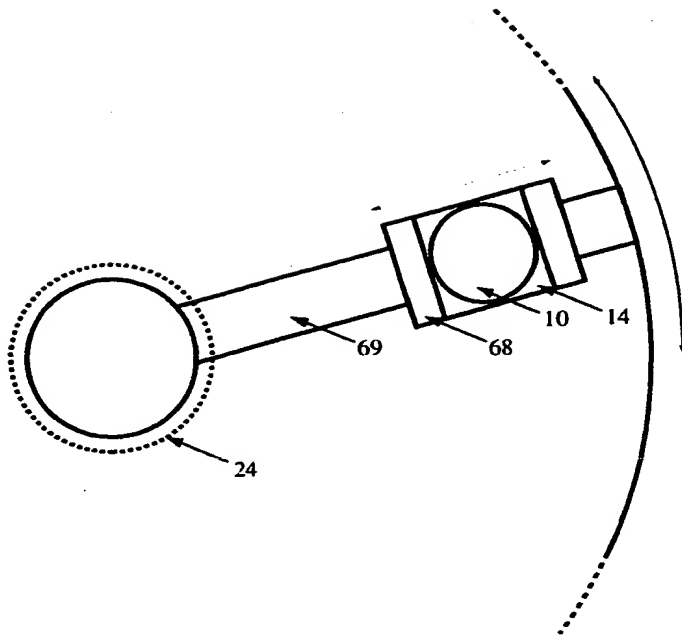
- 4 6 インコヒーレント化ユニット
- 4 7 照明光学系
- 4 8 引き回し光学系
- 4 9 集光レンズ
- 5 0 ピンホール
- 5 1 コリメーターレンズ
- 5 2 ハーフミラー
- 5 3 ハーフミラー
- 5 4 コリメーターレンズ
- 5 5 コリメーターレンズ
- 5 6 レチクル面
- 5 7 ウェハー面
- 5 8 ウェハーチャック
- 5 9 ウェハーステージ
- 6 0 ハーフミラー
- 6 1 平面ミラー
- 6 2 平面ミラー
- 6 3 可動ステージ
- 6 4 ハーフミラー
- 6 5 CCDカメラ
- 6 6 RSミラー駆動XYZステージ
- 6 7 ビームエキスパンダー
- 6 8 TS駆動  $\gamma$  ステージ
- 6 9 TS駆動  $\theta$  ステージ
- 7 0 RS駆動  $\gamma$  ステージ
- 7 1 RS駆動  $\theta$  ステージ

【書類名】 図面

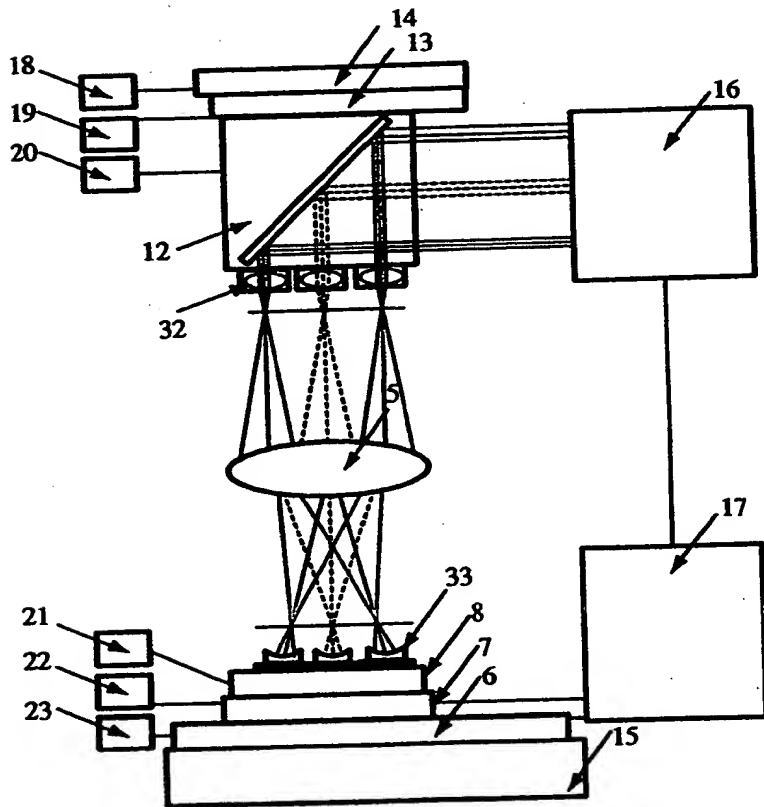
【図 1】



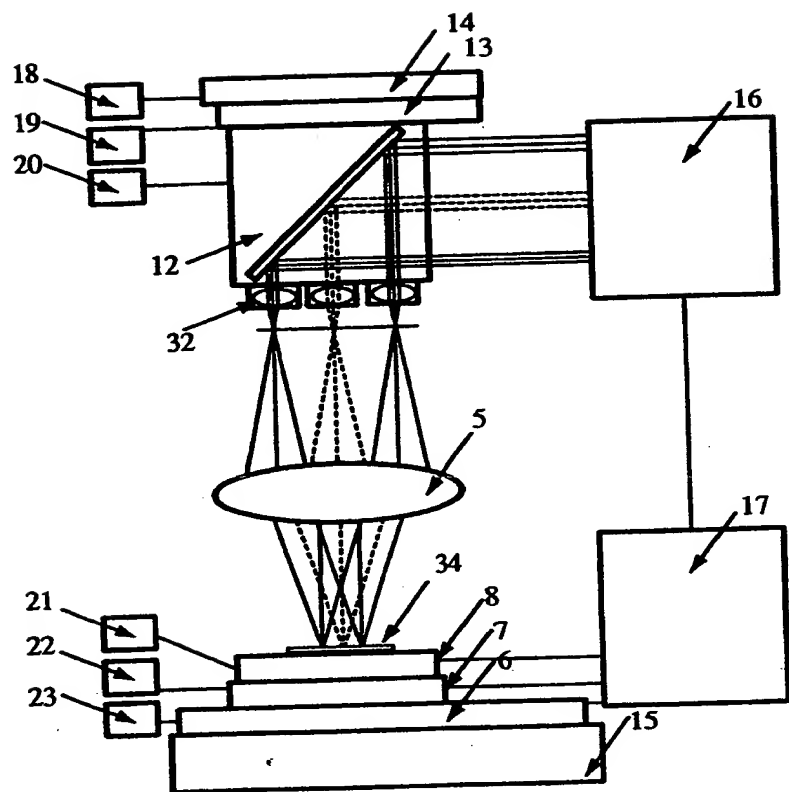
【図 2】



【図 3】

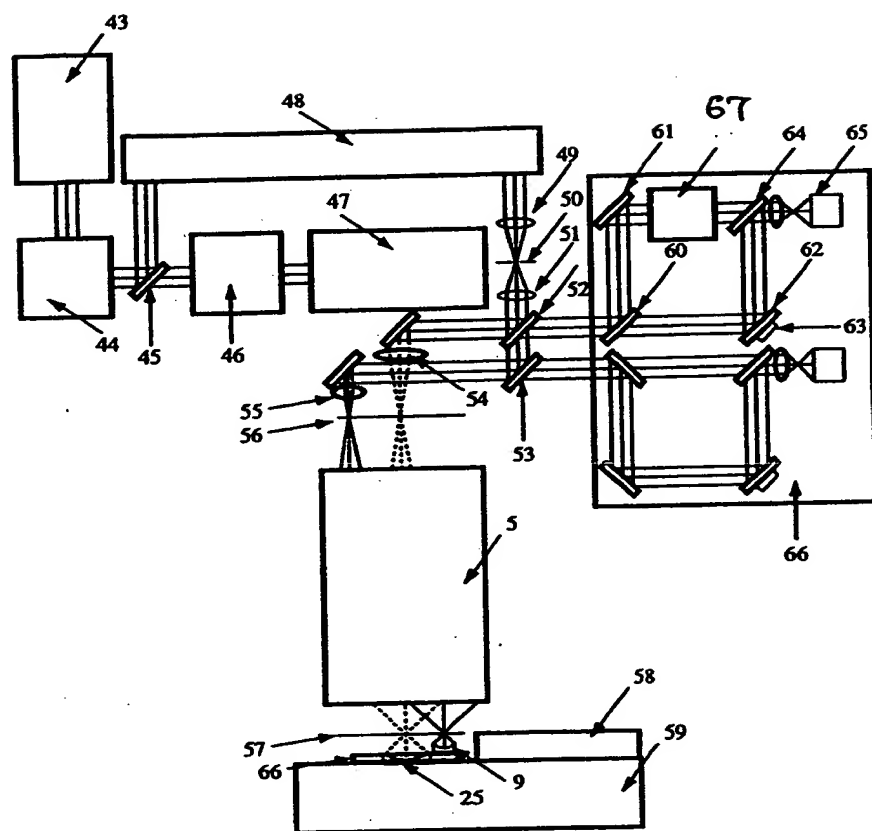


【図4】

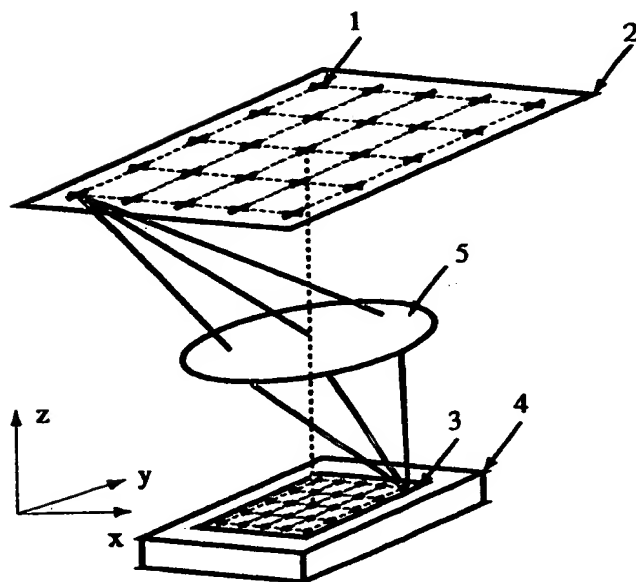




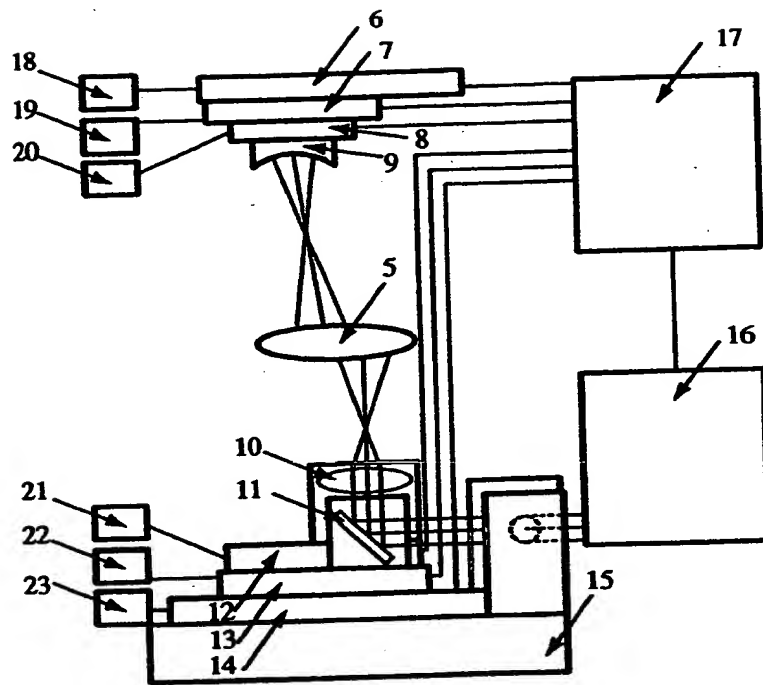
【図 5】



【図 6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】結像光学系のディストーション及び像面湾曲を容易、且つ高精度に測定することのできる結像光学系性能測定方法及び装置を提供すること。

【解決手段】結像光学系の性能を干渉計で測定する結像光学系性能測定において、結像光学系の複数の測定点において透過波面を測定する干渉計と、複数の測定点の物体側及び像側の結像点の位置座標を計測する手段と、測定した透過波面の傾き成分とデフォーカス成分を算出する手段、及び測定した透過波面の傾き成分、デフォーカス成分と前記位置座標により結像光学系のディストーションと像面湾曲を算出する手段を有し、前記複数の測定点の内から定めた基準点におけるディストーションと焦点面の経時変化量を基準として、結像光学系の他の測定点のディストーション、焦点面の補正を行う事の特徴とする結像光学系性能測定方法及び装置。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社